



## ネットワーク輻輳の緩和



(注) この項で説明する機能は、Advanced RTM ライセンスパッケージの一部としてのみ使用できません。

Cisco Crosswork は、ネットワーク帯域幅使用率をプロアクティブにモニタし、輻輳を緩和して、2つのツール（ローカルでの輻輳緩和と帯域幅最適化）のいずれかを使用して、指定されたしきい値を超えるトラフィック使用率の変化を追跡し、対応するという困難なタスクを緩和するのに役立ちます。

帯域幅最適化（BWOpt）は、輻輳に応じてネットワーク全体で動的にインテントベースのトラフィックを再ルーティングすることにより、クローズドループのトラフィックエンジニアリングを提供します。詳細については、[BWOpt を使用したネットワークの最適化（11 ページ）](#)を参照してください。

ローカルでの輻輳緩和（LCM）は、（トリガーされたイベントとは対照的に）設定可能な頻度で輻輳を検索し、周囲のインターフェイス内でローカライズされた緩和の推奨事項（ローカルインターフェイスレベルの最適化）を提供します。戦術的トラフィックエンジニアリング（TTE）SR ポリシーの展開をコミットするかどうかを決定する前に、ネットワーク上でこれらの推奨事項を視覚的にプレビューできます。LCM では、SNMP を介して TTE SR ポリシーとインターフェイスカウンタの収集を実行するため、SR-TM を使用する必要はありません。詳細については、[LCM を使用したローカルでの輻輳の緩和（2 ページ）](#)を参照してください。



(注) LCM を使用すると、パスの計算が簡素になり、特定のネットワーク要素に制限されるため、複数の IGP エリアを含むなど、さまざまなネットワークトポロジでソリューションをより幅広く適用できます。問題にローカルに焦点を当てることにより、完全なトラフィックマトリックスを通じてネットワーク内のエッジツーエッジトラフィックフローをシミュレートする必要がなくなります。

- [LCM を使用したローカルでの輻輳の緩和（2 ページ）](#)
- [BWOpt を使用したネットワークの最適化（11 ページ）](#)
- [個別のインターフェイスしきい値の追加（17 ページ）](#)

## LCM を使用したローカルでの輻輳の緩和

ローカルでの輻輳緩和 (LCM) は、インターフェイスレベルで、輻輳エリア内およびその周辺のキャパシティをローカルに確認します。LCM は、1 つ以上の戦術的ポリシーの最短パスを計算して、輻輳したインターフェイス上の最小量のトラフィックを、十分な帯域幅を持つ代替パスに迂回させます。また、元の IGP パス上のトラフィックをできるだけ多く保持しようとしています。ユーザが承認すると、LCM は戦術的トラフィック エンジニアリング (TTE) SR ポリシーの展開を通じて緩和を実行します。LCM は、輻輳を緩和するために SR ポリシーの既存の展開のパスを変更しません。

TTE トンネルの推奨事項は、[LCM 運用ダッシュボード (LCM Operational Dashboard)] にリストされます。このダッシュボードから、TTE SR ポリシーを展開する前に推奨を視覚的にプレビューできます。輻輳を解決するための TTE SR ポリシーの展開は自動化されていません。LCM 推奨アクションを承認してコミットする必要があります。LCM では、以前の TTE SR ポリシー (LCM によってインスタンス化) が不要になった場合は削除することも推奨されます。

## LCM に関する特記事項

LCM を使用する場合は、次の情報を考慮してください。

- LCM は、10 分以上の通常の設定可能な頻度でネットワーク使用率を評価します。頻度は通常、SNMP トラフィックのポーリング間隔以上に設定されます。
- LCM は、パラレル TTE SR ポリシー全体で ECMP を活用し、トラフィックのほぼ均等な分割を想定します。実際の ECMP 分割がこの想定に従う程度は、大規模なエレファントフローの存在とレベルトラフィックの集約によって異なります。
- 最適化できるトラフィックは、既存の SR-TE ポリシーで伝送しないでください。

### プラットフォーム要件

次に、LCM を適切に動作させるための大まかな要件のリストを示します。

輻輳評価：

- LCM には、次のトラフィック統計情報が必要です。
  - SNMP インターフェイス トラフィック の測定値
  - SNMP ヘッドエンド SR-TE ポリシートラフィックの設定値
- SR にはストリクト SID ラベルを設定する必要があります。

輻輳緩和：

- ヘッドエンドデバイスは、複数のパラレル SR-TE ポリシーの全体にわたって等コストマルチパス (ECMP) をサポートする必要があります。

- ヘッドエンドデバイスは、autoroute のステアリングで PCE によって開始された SR-TE ポリシーをサポートする必要があります。

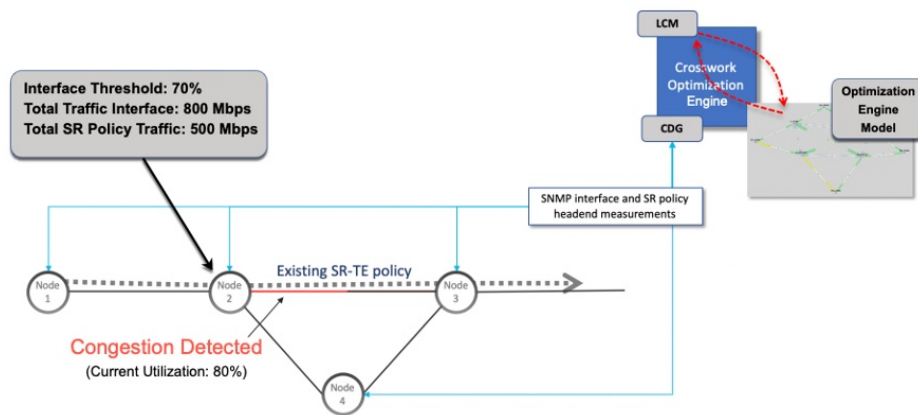
autoroute を使用して SR-TE ポリシーへのトラフィックステアリングを有効にするには、force-sr-include を使用してデバイスを設定する必要があります。次に例を示します。

```
segment-routing traffic-eng pcc profile <id> autoroute force-sr-include
```

## LCM 計算のワークフロー

この例では、輻輳の検出から LCM が実行する計算を説明した後に、戦術的トンネル展開を推奨します。

図 1: LCM の設定ワークフローの例



- ステップ 1** LCM は、まず、Optimization Engine モデル（物理ネットワークのリアルタイムトポロジとトラフィックの表現）を定期的に分析します。
- ステップ 2** この例では、輻輳の確認間隔の後、ノード 2 の使用率が 70% の使用率しきい値を超えると、LCM が輻輳を検出します。
- ステップ 3** LCM は、転送に適したトラフィック量を見積もります。

LCM は、既存の SR ポリシーにないトラフィック（ラベルなし、IGP ルーティング、または FlexAlgo-0 SID 経由で伝送など）のみを転送します。SR-TE ポリシートラフィックは、対象トラフィックとして LCM 計算に含まれず、元のプログラムされたパスを通過し続けます。

対象トラフィックは、インターフェイス上のすべてのトラフィックを考慮したインターフェイストラフィック統計情報を取得し、インターフェイス上を流れるすべての SR-TE ポリシーのトラフィック統計情報の合計を差し引いて計算されます。

合計インターフェイストラフィック - SR ポリシートラフィック = 最適化できる対象トラフィック

このプロセスでは、SR ポリシーの ECMP 分割を考慮して、SR ポリシートラフィックを適切にアカウントリングする必要があります。この例では、輻輳したノード 2 の合計トラフィックは 800 Mbps です。ノード 2 経由でルーティングされるすべての SR ポリシーの合計トラフィックは 500 Mbps です。

この例で LCM が転送できる合計トラフィックは 300 Mbps (800 Mbps – 500 Mbps = 300 Mbps) です。

**ステップ 4** LCM は、インターフェイス上の合計トラフィックからしきい値相当のトラフィックを差し引くことにより、代替パスを介して送信する必要がある量を計算します。この例では、転送される量は 100 Mbps です。

$$800 \text{ Mbps} - 700 \text{ Mbps} (\text{しきい値 } 70\%) = 100 \text{ Mbps}$$

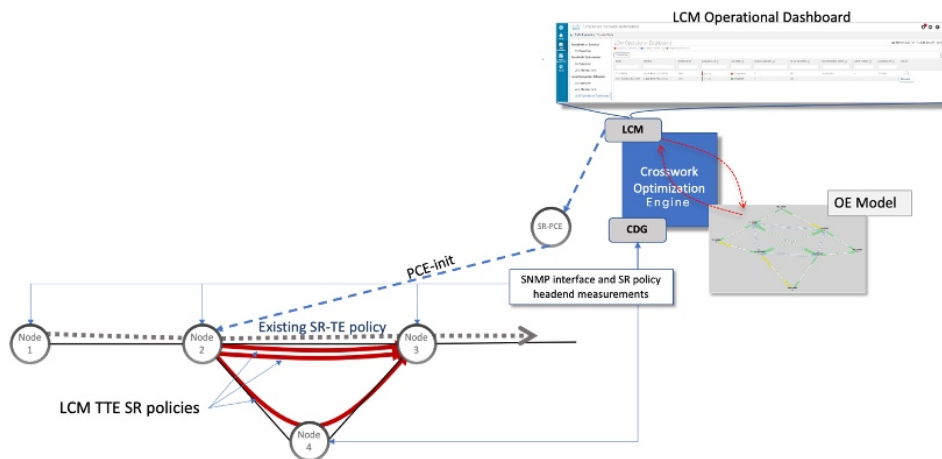
LCM は、300 Mbps のうちの 100 Mbps (対象トラフィック) を別のパスにルーティングする必要があります。

**ステップ 5** LCM は、必要な TTE SR ポリシーの数とそのパスを決定します。迂回する必要がある量に対して最短パスに留まることができる LCM 対象トラフィックの割合によって、最短パスと代替パスでそれぞれ必要な TTE SR ポリシーの数が決まります。

この例では、LCM は輻輳したリンクから対象トラフィックの合計の 1/3 (300 Mbps のうち 100 Mbps) を転送する必要があります。完全な ECMP を想定し、LCM は合計 3 倍の戦術的 SR-TE ポリシーを見積もってこのトラフィックを分割します。1 つの戦術的 SR-TE ポリシーが転送パスをとり、2 つの戦術的 SR-TE ポリシーが元のパスをとります。ノード 2 とノード 4 の間のパスに十分な容量があります。したがって、LCM では、SR-PCE を介してノード 2 からノード 3 に展開する 3 つの TTE SR ポリシー (それぞれ約 100 Mbps をルーティングすると予想) を推奨しています。

- ノード 3 (200 Mbps) への直接パスを取る 2 つの TTE SR ポリシー
- TTE SR ポリシーの 1 つはノード 4 (100 Mbps) を介してホップします。

これらの推奨事項は、[LCM 運用ダッシュボード (LCM Operational Dashboard)] にリストされます。



**ステップ 6** これらの TTE SR ポリシーを展開すると想定して、LCM は展開された TTE ポリシーを引き続きモニタし、[LCM 運用ダッシュボード (LCM Operational Dashboard)] で必要に応じて変更または削除することを推奨します。TTE SR ポリシーの削除は、これらのポリシーが削除された (保留マージンを差し引く) 場合に、緩和されたインターフェイスが輻輳しない場合に推奨されます。これにより、LCM の操作全体で不必要な TTE SR ポリシーのチャンスを回避できます。

## ローカルインターフェイスでの輻輳の緩和の例

この例では、LCMを有効にし、使用率が定義されたしきい値を超えた場合にTTE SRポリシーを展開するための輻輳緩和の推奨事項を確認します。輻輳の緩和をコミットする前に、推奨されるTTE SRポリシーをプレビューします。次の図に、輻輳が発生する前の初期トポロジを示します。



ステップ1 LCM 設定前の初期トポロジと使用率を表示します。

- a) リンクの詳細を表示するには、PE1-ASR9k と P1-ASR9k 間のリンクをクリックします。現在、輻輳がない（使用率 0%）ことに注意してください。

The screenshot shows the 'Link Details' window for a link between PE1-ASR9k and P1-ASR9k. The link is currently up and has 0% utilization. The details are as follows:

	A Side	Z Side
Name	GigabitEthernet0/0/0/4-GigabitEthernet0/0/0/1	
State	Up	
Link Type	L3 ISIS IPV4	
ISIS Level	2	
Last Update	2020-Dec-19, 10:34:46 (GMT +08:00)	
Node	PE1-ASR9k	P1-ASR9k
TE Router ID	192.168.60.11	192.168.60.21
IF Name	GigabitEthernet0/0/0/4	GigabitEthernet0/0/0/1
IF Description	GigabitEthernet0/0/0/4	GigabitEthernet0/0/0/1
Type	ETHERNETCSMACD	ETHERNETCSMACD
IP Address	10.10.1.1	10.10.1.2
Utilization	0% (0Bps/1 Gbps)	0% (0Bps/1 Gbps)
IGP Metric	1	1
Delay Metric	1	1

ステップ2 LCM を有効にし、グローバル使用率のしきい値を設定します。



- a) メインメニューから、[トラフィック エンジニアリング (Traffic Engineering)] > [ローカルでの輻輳緩和の設定 (Local Congestion Mitigation Configuration)] を選択します。この場合、しきい値は25%に設定されます。

Local Congestion Mitigation Configuration

Configuration

Basic Advanced

Enable  True

Color 2000

Utilization Threshold 25

Utilization Hold Margin 5

Delete Tactical SR Policies when Disabled  True

Profile ID 1981

Congestion Check Interval 600

Max LCM Policies per Set 8

Include All Interfaces  True

Commit Changes Get Default Values Discard Changes

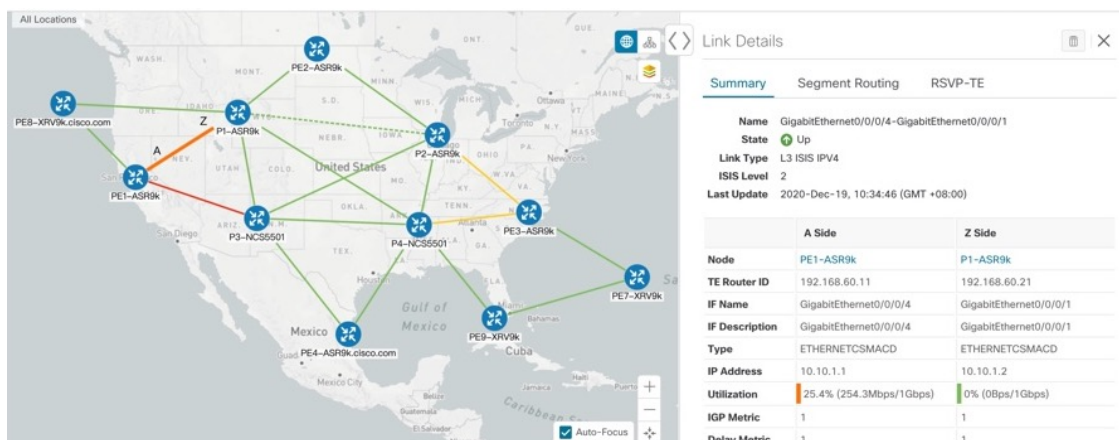
個々のインターフェイスに個別のしきい値を設定する場合は、[すべてのインターフェイスを含める (Include All Interfaces)] を [False] に切り替えます。

- b) (オプション) CSV ファイルをアップロードして、個々のリンクの特定のしきい値を定義します ([トラフィック エンジニアリング (Traffic Engineering)] > [ローカルでの輻輳緩和 (Local Congestion Mitigation)] > [リンク管理 (Link Management)] )。

(注) CSV テンプレートの例をダウンロードできます。

### ステップ3 LCM ダッシュボードで TTE SR ポリシーの推奨事項を表示します。

- a) しばらくすると、設定された LCM しきい値を超えて輻輳が発生します。リンクはオレンジ色で、使用率が高いことを示しています。



- b) をクリックして新しいイベントを表示します。このウィンドウをモニタして、発生した LCM イベントを表示することもできます。LCM の推奨事項、コミットアクション、および例外のイベントを確認する必要があります。

- c) [LCM運用ダッシュボード (LCMOperationalDashboard)] ([トラフィック エンジニアリング (Traffic Engineering)] > [ローカルでの輻輳緩和 (Local Congestion Mitigation)] > [LCM運用ダッシュボード (LCM Operational Dashboard)] )。

ダッシュボードには、使用率が25%を超えていることが示されます。[推奨アクション (Recommended Action)] 列には、各インターフェイスの輻輳に対処するために2つの TTE ポリシー ソリューション セットの展開が推奨されています。[予測使用率 (Expected Util)] 列には、推奨アクションがコミットされた場合の各インターフェイスの予想使用率が表示されます。

Local Congestion Mitigation

Configuration

Link Management

LCM Operational Dashboard

LCM Operational Dashboard

Last Refresh: 2020-Dec-19, 10:42:01 (GMT +08:00)

3 Congested Interfaces (3) | 0 Mitigating Interfaces (0) | 0 Mitigated Interfaces (0)

Commit All

Node	Interface	Thresho...	Eval...	LCM State	Pol...	Pol...	Reco...	C...	Expected ...	Actions
PE1-ASR9k	GigabitEthernet0/0/0/5	25%	34.85%	Congested	0	-	Create Set	-	23.78%	...
PE1-ASR9k	GigabitEthernet0/0/0/4	25%	25.43%	Congested	0	-	Create Set	-	19.07%	...

- d) 各 TTE ポリシー ソリューション セットの TTE 展開をプレビューするには、 をクリックして [プレビュー (Preview)] を選択します。各 TTE ポリシーのノード、インターフェイス、および推奨アクションがウィンドウに表示されます。次の図に、インターフェイス GigabitEthernet0/0/0/4 の推奨 TTE ポリシーを示します。

[プレビュー (Preview)] ウィンドウから、個々の TTE ポリシーを選択し、トポロジマップで通常行っているように、さまざまな側面と情報を表示できます。

Recommended TTE Policies (Preview)

Node PE1-ASR9k

Interface GigabitEthernet0/0/0/4

Headend	Endpoint	Color	Recommended Action
<input checked="" type="checkbox"/>	PE1-ASR9k	P1-ASR9k	2000 CREATE
<input checked="" type="checkbox"/>	PE1-ASR9k	P1-ASR9k	2001 CREATE
<input checked="" type="checkbox"/>	PE1-ASR9k	P1-ASR9k	2002 CREATE
<input checked="" type="checkbox"/>	PE1-ASR9k	P1-ASR9k	2003 CREATE

Back To LCM Dashboard

- e) LCM の推奨事項に納得したら、[すべてコミット (Commit All)] をクリックします。LCM の [ステータス (Status)] 列が [緩和中 (Mitigating)] に変化します。

(注) LCM ダッシュボードに示されているとおりに輻輳を緩和し、予想使用率を達成するには、LCM のすべての推奨事項をコミットする必要があります。緩和ソリューションは、ソリューションセット間の依存関係により、コミットされているすべての LCM 推奨に基づいています。

Local Congestion Mitigation

LCM Operational Dashboard

Last Refresh: 2020-Dec-19, 10:43:37 (GMT +08:00) | ⌵

Configuration


Link Management

LCM Operational Dashboard

Commit All

Node	Interface	Thresho...	Eval... Ⓞ	LCM State Ⓞ	Policies D... Ⓞ	Policy Set... Ⓞ	Reco... Ⓞ	Com... Ⓞ	Expected ... Ⓞ	Actions
PE1-AS...	GigabitEt...	25%	34.85%	Mitigating	2	-	-	-	23.78%	⋮
PE1-AS...	GigabitEt...	25%	25.43%	Mitigating	4	-	-	-	19.07%	⋮

ステップ 4 TTE SR ポリシーの展開を検証します。

- a)  をクリックして [イベント (Events)] ウィンドウを開き、このウィンドウに表示される LCM イベントを確認します。

Events

Total 53

Description	Time	Severity	Source
Recommendation committed	2020-Dec-19, 10:43:52 (GMT +08:00)	INFO	Optima LCM
A new recommendation has been created: 6 creates, 0 updates, 0 delet...	2020-Dec-19, 10:40:17 (GMT +08:00)	INFO	Optima LCM
A new recommendation has been created: 2 creates, 0 updates, 0 delet...	2020-Dec-19, 10:18:48 (GMT +08:00)	INFO	Optima LCM
A new recommendation has been created: 7 creates, 0 updates, 0 delet...	2020-Dec-19, 10:08:48 (GMT +08:00)	INFO	Optima LCM
A new recommendation has been created: 5 creates, 0 updates, 0 delet...	2020-Dec-19, 09:58:47 (GMT +08:00)	INFO	Optima LCM
Recommendation committed	2020-Dec-17, 01:51:16 (GMT +08:00)	INFO	Optima LCM
A new recommendation has been created: 0 creates, 0 updates, 4 delet...	2020-Dec-17, 01:50:22 (GMT +08:00)	INFO	Optima LCM
Recommendation committed	2020-Dec-17, 01:44:49 (GMT +08:00)	INFO	Optima LCM
A new recommendation has been created: 4 creates, 0 updates, 0 delet...	2020-Dec-17, 01:36:29 (GMT +08:00)	INFO	Optima LCM
A new recommendation has been created: 4 creates, 0 updates, 0 delet...	2020-Dec-16, 22:03:10 (GMT +08:00)	INFO	Optima LCM
Recommendation committed	2020-Dec-16, 21:57:03 (GMT +08:00)	INFO	Optima LCM
Unable to fully deploy solution (delete Ips) to mitigate interface: PE1-A...	2020-Dec-16, 21:57:03 (GMT +08:00)	MAJOR	Optima LCM
Exception deleting LCM tactical policy: PE1-ASR9k : P1-ASR9k : 2002 ...	2020-Dec-16, 21:57:03 (GMT +08:00)	MAJOR	Optima LCM
A new recommendation has been created: 0 creates, 0 updates, 8 delet...	2020-Dec-16, 21:55:40 (GMT +08:00)	INFO	Optima LCM

1 to 15 of 53 First Previous Page 1 of 4 Next Last

- b) LCM ダッシュボードに戻り、すべての TTE ポリシー ソリューションセットの LCM の状態が [緩和済み (Mitigated)] に変化したことを確認します。

LCM の状態が変化するには、SNMP 頻度の 2 倍の時間がかかることに注意してください。

Crosswork Network Automation

Traffic Engineering / Local Congestion Mitigation

Local Congestion Mitigation

Configuration

Link Management

LCM Operational Dashboard

Commit All

Node	Interface	Thresho...	Eval... Ⓞ	LCM State Ⓞ	Policies D... Ⓞ	Policy Set... Ⓞ	Reco... Ⓞ	Com... Ⓞ	Expected ... Ⓞ	Actions
PE1-AS...	GigabitEt...	25%	17.43%	Mitigated	2	OK	-	-	-	⋮
PE1-AS...	GigabitEt...	25%	15.81%	Mitigated	6	OK	-	-	-	⋮



- c) トポロジマップと [SRポリシー (SR Policy)] テーブルを表示して、TTE ポリシーの展開を確認します ([トラフィック エンジニアリング (Traffic Engineering)] > [トラフィック エンジニアリング (Traffic Engineering)] > [SR-TE] タブ)。

The screenshot shows the Traffic Engineering interface. On the left is a topology map of the United States and Mexico with various nodes and connections. On the right is the SR Policy table.

Headend	Endpoint	Color	Admin...	Oper...
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	PE1-ASR9k	P1-ASR9k	2000	Up Up
<input type="checkbox"/>	PE1-ASR9k	P1-ASR9k	2001	Up Up
<input type="checkbox"/>	PE1-ASR9k	P1-ASR9k	2002	Up Up
<input type="checkbox"/>	PE1-ASR9k	P1-ASR9k	2003	Up Up
<input type="checkbox"/>	PE1-ASR9k	P1-ASR9k	2004	Up Up
<input type="checkbox"/>	PE1-ASR9k	P1-ASR9k	2005	Up Up
<input type="checkbox"/>	PE1-ASR9k	P3-NCS5501	2000	Up Up
<input type="checkbox"/>	PE1-ASR9k	P3-NCS5501	2001	Up Up

ヒント 展開したばかりの SR-TE ポリシーの検索を絞り込むには、[SRポリシー (SR Policy)] テーブルで をクリックし、[ポリシータイプ (Policy Type)] を含めるチェックボックスをクリックします。次に、ポリシータイプを [ローカルでの輻輳緩和 (Local Congestion Mitigation)] としてフィルタ処理します。このタイプのすべての SR-TE ポリシーが表示されますが、SR-TE ポリシーリストではより簡単に並び替えることができます。

- d) 新しい SR-TE ポリシーのいずれかを選択し、SR ポリシーの詳細を表示します ( をクリックして [表示 (View)] を選択します)。

The screenshot shows the SR Policy Details view. On the left is a topology map with a specific policy highlighted. On the right is the details panel.

**Summary**

- Headend: PE1-ASR9k (192.168.60.11)
- Endpoint: P1-ASR9k (192.168.60.21) / 192.168.60.21
- Color: 2000
- Description: -
- Path Name: lcm\_to\_P1-ASR9k\_c\_2000
- Policy Type: Local Congestion Mitigation
- Admin State: Up
- Oper State: Up
- Binding SID: 1005023
- Profile ID: 1981
- Utilization: [See more](#)

**Path**

Segment	Segment Type	Label	IP	Node	In
0	Node SID	650501	192.168.6...	P1...	

**ステップ 5** LCM の推奨に従って TTE SR ポリシーを削除します。

- a) しばらくすると、展開された TTE SR ポリシーが不要になる場合があります。これは、LCM によって開始された TTE トンネルがなくても、使用率がしきい値を下回らない場合に発生します。この場合、LCM は TTE SR ポリシーセットを削除するための新しい推奨アクションを生成します。展開された TTE SR ポリシーを削除するには、[すべてコミット (Commit All)] をクリックします。

The screenshot shows the 'LCM Operational Dashboard' in the Cisco Crosswork Network Automation interface. The dashboard includes a navigation sidebar on the left with options like Home, Change Automation, Traffic Engineering, Device Management, and Admin. The main content area displays the 'LCM Operational Dashboard' with a 'Commit All' button and a table of congested interfaces. The table has columns for Node, Interface, Thresho..., Eval..., LCM State, Policies D..., Policy Set..., Reco..., Com..., Expected..., and Actions. Two rows are shown, both with 'Mitigated' status. The 'Delete Set' button in the 'Actions' column for both rows is highlighted with a red box.


- b) SR ポリシーを削除するには、[すべてコミット (Commit All)] をクリックします。
- c) トポロジマップと [SRポリシー (SR Policy)] テーブルを表示して、削除を確認します。

### 関連トピック

[個別のインターフェイスしきい値の追加 \(17 ページ\)](#)

## LCM の設定

LCM を有効にして設定するには、次の手順を実行します。


- ステップ 1 メインメニューから、[トラフィック エンジニアリング (Traffic Engineering)] > [ローカルでの輻輳緩和 (Local Congestion Mitigation)] を選択します。
- ステップ 2 [有効化 (Enable)] スイッチを [True] に切り替えます。
- ステップ 3 必要な情報を入力します。各フィールドの説明を表示するには、 の上にマウスポインタを合わせます。  
次のリストに、追加のフィールド情報を示します。

- [輻輳確認間隔 (Congestion Check Interval)] (秒単位) : この値は、LCM がネットワークの輻輳を評価する間隔を決定します。安定状態では、推奨のコミットがない場合、この間隔を使用してネットワークを再評価し、推奨事項を変更する必要があるかどうかを判断します。たとえば、間隔が 600 秒 (5 分) に設定されている場合、LCM は 5 分ごとにネットワークを評価して新しい輻輳がないかどうかを確認し、新しい推奨事項または既存の推奨事項に変更が必要かどうかを判断します。変更の例としては、以前に推奨された個々のポリシーの削除や更新などがあります。ネットワークを変更すると、情報が安定して LCM に伝達されるまでに時間がかかる場合があるため、間隔を SNMP 収集パターンの 2 倍以上に設定します。
- [詳細設定 (Advanced)] > [輻輳チェック抑制間隔 (秒) (Congestion Check Suspension Interval (seconds))] : この間隔によって、輻輳の検出と緩和を再開する前に ([すべてコミット (Commit All)]) が実行された後) 待機する時間が決まります。ネットワークモデルのコンバージェンスの時間を考慮する必要があるため、この間隔は SNMP 収集パターンの 2 倍以上に設定します。

ステップ4 [変更を確定 (Commit Changes)] をクリックします。

## LCM 動作のモニタ

LCM の動作をモニタするには、LCM ダッシュボードを表示します ([トラフィック エンジニアリング (Traffic Engineering)] > [ローカルでの輻輳緩和 LCM 運用ダッシュボード (Local Congestion Mitigation LCM Operational Dashboard)])。[LCM運用ダッシュボード (LCM Operational Dashboard)] には、設定された使用率しきい値で定義された輻輳インターフェイスが表示されます。各インターフェイスについて、現在の使用率、推奨アクション、ステータス、推奨をコミットした後に予想される使用率などの詳細がリストされます。各列に表示される情報のタイプの説明を表示するには、マウスポインタを(?)に合わせます。このダッシュボードから、TTE ポリシーの推奨事項をプレビューして展開することもできます。

[LCM運用ダッシュボード (LCM Operational Dashboard)] に加えて、 をクリックして LCM イベントを表示できます。

## BWOpt を使用したネットワークの最適化

帯域幅最適化 (BWOpt) は、ネットワーク内の輻輳を自動的に検出して緩和することで、セグメントルーテッドポリシーのクローズドループの戦術的トラフィックエンジニアリング (TTE) を提供します。テレメトリベースのセグメントルーティングトラフィックマトリックス (SRTM) を介して構築されたデマンドマトリックスでオーバーレイされたネットワークトポロジのリアルタイムビューによってこれを実現します。その目的は、リンクの使用率しきい値を設定することによって、帯域幅リソースの使用率を最適化することです。BWOpt は、ユーザが要求したインターフェイス使用率のしきい値を使用し、ネットワークの実際の使用率と比較します。インターフェイスの輻輳が BWOpt によって検出されると、BWOpt は、SR-PCE を介してネットワークに展開された TTE SR ポリシーを使用してインテントベースのトラフィックをホットスポットから再度ルーティングしようとしています。ネットワークの状態 (トポロジまたはトラフィック、あるいはその両方) が時間の経過とともに変化する場合、BWOpt は引き続きインターフェイスの使用率をモニタし、展開された TTE SR ポリシーを管理します。これには、パスの変更や、不要になったと見なされた場合のネットワークからの削除が含まれます。

## BWOpt に関する特記事項

BWOpt を使用する場合は、次の情報を考慮してください。

- BWOpt は、作成しなかった既存の SR-TE ポリシー内のトラフィックを移動しません。これにより、輻輳したリンク上のトラフィックのほとんどが BWOpt 以外の SR-TE ポリシー内にある場合に、輻輳を緩和できなくなる場合があります。
- BWOpt は、PCC の autoroute 機能を使用して、作成する戦術的な SR-TE ポリシーにトラフィックを誘導します。autoroute は、BWOpt で設定された適切な [プロファイルID (Profile

ID) ] のオプションを介してこれらのポリシーに適用されます（そのプロファイル ID を autoroute 機能に関連付ける PCC 上の設定と一致させるため）。これは、輻輳したリンクからトラフィックを移動させる戦術的な SR ポリシーにとって重要です。

- シングルレベル IGP ドメインでのみ BWOpt を有効にします。
- BWOpt は、測定された SRTM データに基づいてシミュレートされたトラフィックを使用して、リンク使用率と輻輳を緩和するタイミングを決定します。BWOpt がモニタするシミュレートされたインターフェイス使用率は、UI に表示される SNMP ベースのインターフェイス使用率と厳密に一致する必要があります。ただし、SNMP ポーリング頻度やレート平均化手法などのさまざまな要因により、それらが異なる場合があります。これにより、UI でリンクが輻輳しているように見え、BWOpt が反応していないという状況になることがあります。
- BWOpt は、SRTM テレメトリデータの送信元である PCC にのみ戦術的な SR-TE ポリシーを作成します。これらのノード（通常はプロバイダーエッジルータ）のみが、そのノードからネットワーク内の他の PE ノードへのトラフィックを表す内部モデル内のシミュレーションされたトラフィック要求を作成するために必要なテレメトリベースのデータを提供します。
- （すべてのインターフェイスに対して設定された）しきい値を下回るインターフェイス使用率になるソリューションのみが展開されます。BWOpt がネットワーク全体の輻輳を緩和できない場合は、戦術的な SR-TE ポリシーを展開し、「ネットワークが輻輳しています。BWOpt で緩和できません。（Network Congested. BWOpt unable to mitigate.）」というアラームが発生します。このアラームは、輻輳が自然に軽減されるか、または BWOpt の戦術的な SR-TE ポリシーの展開によってうまく対処できた場合に解消されます。
- BWOpt は、トポロジサービスからのトポロジの再起動または再構築が原因でシステムが使用できなくなった場合は常に、一時的に動作を停止します。これが発生すると、この状態を示すアラームが BWOpt によって設定されます。この間、BWOpt はネットワークの輻輳を評価しません。現在展開されているすべての戦術的な SR ポリシーは維持されますが、変更または削除されません。モデルが使用可能になるとすぐにアラームがクリアされ、BWOpt は通常の動作を再開します。

## 自動化されたネットワーク輻輳の緩和の例

この例では、帯域幅最適化（BWOpt）が、ユーザの介入なしでインテントベースのトラフィックを再ルーティングすることで、ネットワークの輻輳を自動的に緩和する方法を示します。この例では、IGP メトリックを最小化するように最適化の目的が設定されています。

次の BWOpt オプションが設定されます（[トラフィック エンジニアリング（Traffic Engineering）]>[帯域幅最適化（Bandwidth Optimization）]>[設定（Configuration）]）。

図 2: 帯域幅最適化の設定

Bandwidth Optimization

Configuration

Link Management

### Configuration

Basic Advanced

Enable <sup>?</sup>

False  True

Optimization Objective <sup>?</sup>

Minimize the IGP metric

Color <sup>?</sup>

1000

Utilization Threshold <sup>?</sup>

100

Utilization Hold Margin <sup>?</sup>

5

Maximum Global Reoptimization Interval <sup>?</sup>

0

Profile ID <sup>?</sup>

0

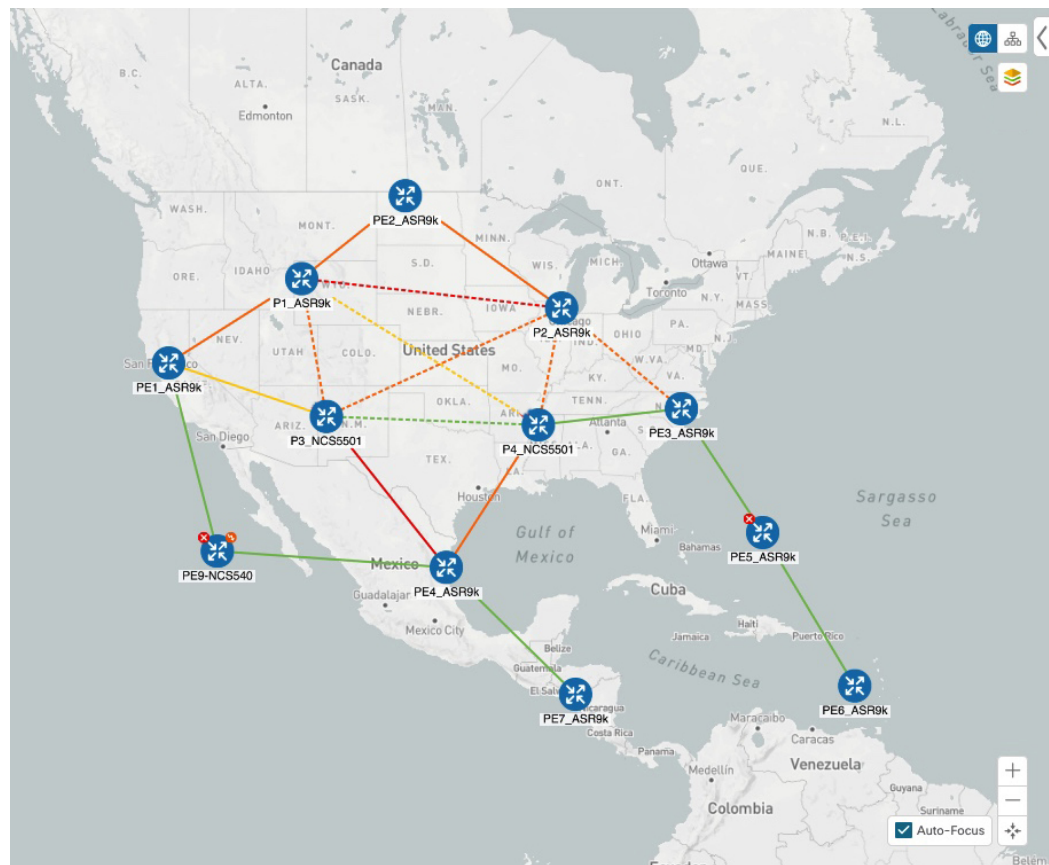
Max Number of Parallel Tactical Policies <sup>?</sup>

1

Commit Changes
Get Default Values
Discard Changes

次に、米国に及ぶさまざまなデバイスとリンクのネットワークを示します。[SRポリシー (SR Policies)] テーブルに SR-TE ポリシーがリストされていないことに注意してください。

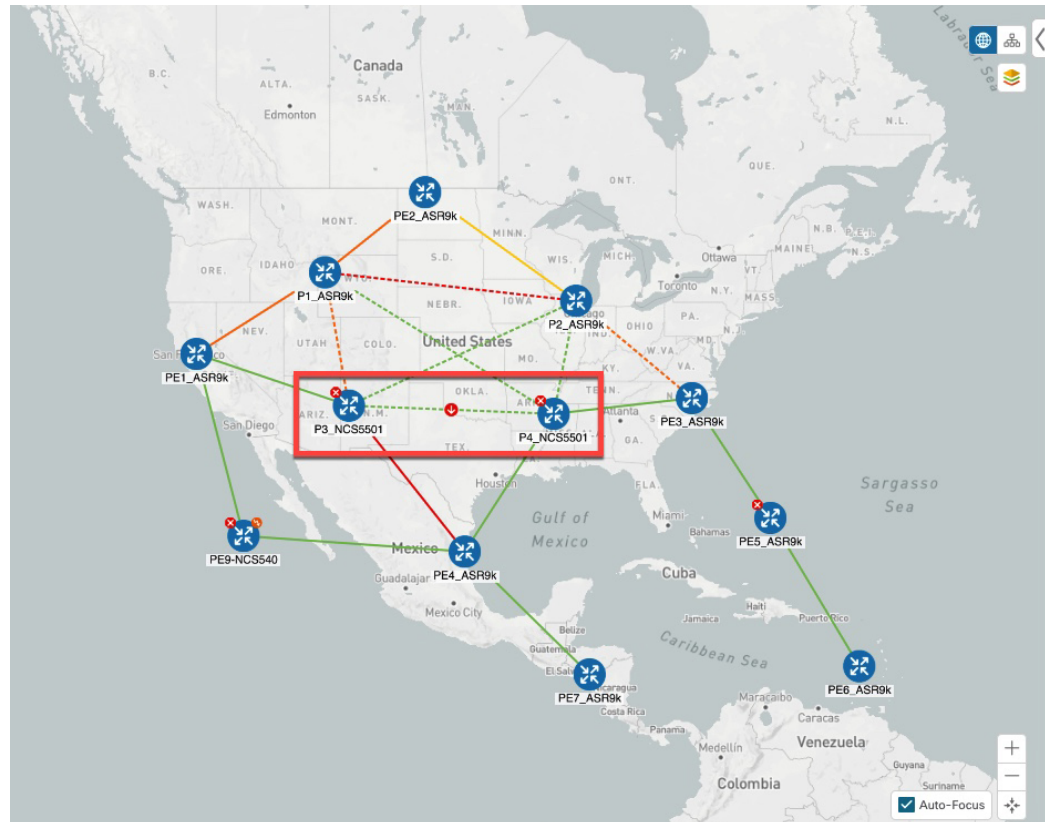
図 3: 例: 現在のネットワーク





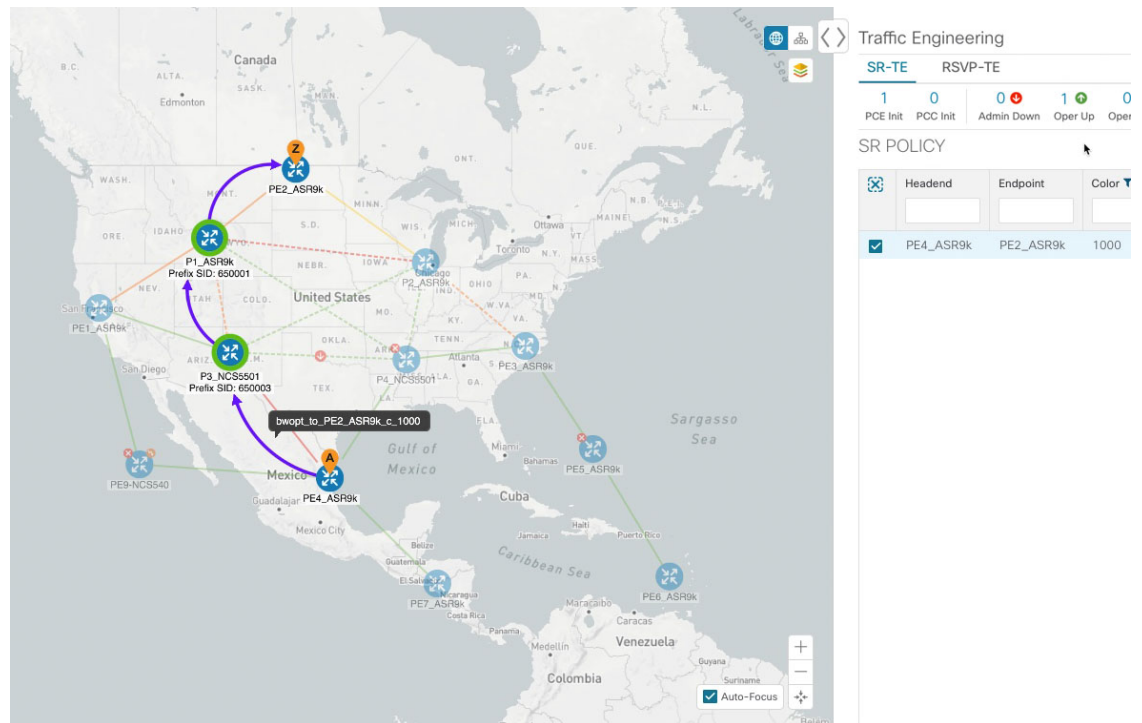
P3\_NCS5501 と P4\_NCS5501 間のリンクがダウンしたとします。トラフィックが他のリンクに移動し、それによって輻輳が発生して、設定された使用率のしきい値を超えます。

図 4: 例 : P3 ノードと P4 ノード間のリンクのダウン




BWOpt は輻輳を認識し、すぐに戦術的な SR-TE ポリシーを計算して展開します。この新しい戦術的な SR-TE ポリシーは、[SRポリシー (SR Policies)] ウィンドウに表示されます。

図 5: 例：展開された戦術的 SR ポリシー



BWOptは、ネットワークを継続的にモニタします。P3\_NCS5501とP4\_NCS5501間のリンクが復旧すると、BWOptは（定義された基準に基づいて）輻輳が緩和されたことを検出します。輻輳が、設定された使用率しきい値から使用率ホールドマージンを差し引いた値を下回ると、戦術的SR-TEポリシーは自動的にネットワークから削除されます。

BWOptによって作成された戦術的SR-TEポリシーのインスタンス化と削除に関連するイベントを表示するには、 をクリックします。

## 帯域幅最適化の設定




(注) 帯域幅最適化 (BWOpt) は、Advance ライセンスパッケージの一部としてのみ使用できます。

BWOptを有効にすると、設定された使用率のしきい値に基づいて、ネットワーク内のすべてのインターフェイスの輻輳がモニタされます。使用率のしきい値を超えると、戦術的なポリシーが自動的に展開され、トラフィックが輻輳したリンクから移動されます。輻輳が緩和されると、BWOptは戦術的SRポリシーを自動的に削除します。

**ステップ 1** メインメニューから、[トラフィックエンジニアリング (Traffic Engineering)] > [帯域幅最適化 (Bandwidth Optimization)] を選択します。

**ステップ 2** [有効化 (Enable)] スイッチを [True] に切り替えます。

(注) LCM と帯域幅の最適化を同時に有効にすることはできません。

- ステップ3** 必要な情報を入力します。各フィールドの説明を表示するには、の上にマウスポインタを合わせます。
- ステップ4** [変更を確定 (Commit Changes)] をクリックします。BWOpt は、設定したしきい値と最適化の目的に基づいて、ネットワーク輻輳のモニタを開始します。

## 帯域幅最適化のトラブルシューティング

輻輳を適切に管理するその機能を妨げ、不安定な状態の要因となる特定のエラー状態が発生すると、BWOpt はそれ自体を無効にし、アラームを発行します。次の表に、これらの条件の一部と、調査の対象として考えられる原因を示します。BWOpt のログを参照すると、エラー状態ごとに追加の詳細情報を取得できます。

表 1: エラー

エラーイベントメッセージ	考えられる原因と推奨される修正処置
Optima Engine モデルエラー	<p>Optimization Engine を通じて BWOpt で使用されるネットワークモデルが破損しているか、または BWOpt を適切にサポートするために必要なキーデータが欠落しています。考えられる原因には、Optimization Engine とトポロジサービス間のネットワーク検出の問題または同期の問題などがあります。Optimization Engine ポッドを再起動してモデルの再構築を試してください。</p> <p>このエラーは、SR-PCE を通じて戦術的ポリシーを展開し、それを検出し、モデルに追加するために必要な時間が BWOpt に設定された [展開のタイムアウト (Deployment Timeout)] オプションを超えた場合にも発生します。デフォルトは 30 秒で、小規模から中規模のネットワークの場合はこれで十分です。ただし、大規模なネットワークではそれ以上の時間が必要になる場合があります。</p>
PCE ディスパッチが到達不能	<p>ネットワークへの戦術ポリシーの展開は、[展開タイムアウト (Deployment Timeout)] を超える前は正常に確認されません。[展開のタイムアウト (Deployment Timeout)] オプションの値を引き上げて、大規模なネットワークでの展開にさらに時間をかけるようにします。</p>

エラーイベントメッセージ	考えられる原因と推奨される修正処置
戦術的 SR ポリシーを展開できない	SR-PCE への戦術的な SR ポリシーの導入が失敗しています。これにはさまざまな理由が考えられます。BWOpt または PCE あるいはその両方のディスパッチログに障害の詳細に関するガイダンスが示されることがあります。SR-PCE プロバイダーのいずれかを介した PCC への基本的な SR ポリシーのプロビジョニング機能が動作していることを確認します。

## 個別のインターフェイスしきい値の追加

ネットワークにはさまざまなリンク（10G、40G、100G）があり、異なるしきい値を設定する必要があります。LCM または帯域幅最適化を使用する場合に、個々のインターフェイスに特定のしきい値を割り当てるには、次の手順を実行します。

**ステップ 1** メインメニューから、次のいずれかを選択します。

- [ローカルでの輻輳緩和 (Local Congestion Mitigation)] > [リンク管理 (Link Management)]
- [帯域幅最適化 (Bandwidth Optimization)] > [リンク管理 (Link Management)]

**ステップ 2**  をクリックします。


**ステップ 3** [サンプル設定ファイルのダウンロード (Download sample configuration file)] リンクをクリックします。

**ステップ 4** [キャンセル (Cancel)] をクリックします。

**ステップ 5** ダウンロードした設定ファイル (sampleLcmLinkManagement.csv) を開き、編集します。サンプルテキストを特定のノード、インターフェイス、およびしきい値情報に置き換えます。

**ステップ 6** ファイルの名前を変更して保存します。

**ステップ 7** [リンク管理 (Link Management)] ウィンドウに戻ります。

**ステップ 8**  をクリックして、編集した CSV ファイルに移動します。

**ステップ 9** [インポート (Import)] をクリックします。

**ステップ 10** [リンク管理 (Link Management)] ウィンドウに情報が正しく表示されることを確認します。

